

مُخَطَّطُ انْسِيَابِي عِلْمِي



اِتِّبَاعُ التَّعْلِيمَاتِ



فَانِيسَا فُلُورِيس

ترجمة: جمال عبد الرحيم

مُخَطَّطُ انْسِيَابِي عِلْمِي



اِتِّبَاعُ التَّعْلِيمَاتِ

فانيسا فلوريس

ترجمة: جمال عبد الرحيم

اِتِّبَاعُ التَّعْلِيمَاتِ وَالْإِرْشَادَاتِ خُطْوَةً خُطْوَةً يَسَاعِدُنَا فِي تَحْقِيقِ هَدَفِنَا.

عِلْمُ الْحَاسُوبِ
لِأَجْلِ عَالَمٍ وَّاقِعِي



قائمة المحتويات

5	صَفُّ الْعُلُومِ
6	مَا هُوَ الْمَنْهَجُ الْعِلْمِيُّ؟
8	تَجَرِبَتُنَا
11	فَرْضِيَّتِي
12	الْمَاءُ السَّاحِنُ
15	الْمَاءُ الْبَارِدُ
16	فَرْضِيَّةٌ جَدِيدَةٌ
18	نَتَائِجِي
21	مُخَطَّطِي الْإِنْسِيَابِيِّ
22	الْمُخَطَّطَاتُ الْإِنْسِيَابِيَّةُ مُفِيدَةٌ!
23	الْمُعْجَمُ
24	الْفَهْرَسُ



صَفُّ الْعُلُومِ

قُمْنَا فِي صَفِّ الْعُلُومِ بِتَجَارِبَ بَسِيطَةٍ فِي الْمَاضِي.
لَقَدْ اخْتَبَرْنَا الْجَازِبِيَّةَ مِنْ خِلَالِ إِفْلَاتِ الْأَشْيَاءِ
وَمُشَاهَدَتِهَا وَهِيَ تَسْقُطُ إِلَى الْأَرْضِ. كَمَا قُمْنَا بِخَلْقِ
مَادَّتَيْنِ كِيمِيائِيَّتَيْنِ مَعًا لِنَرَى مَاذَا سَيَحْدُثُ. أَخْبَرْتَنَا
مُعَلِّمَتُنَا: «سَنَبْدَأُ الْعَمَلَ فِي تَجَارِبَ أَكْثَرَ تَعْقِيدًا».
وَأَخْبَرْتَنَا أَنَّ الْمُخَطَّطَاتِ الْإِنْسِيَابِيَّةَ يُمَكِّنُ أَنْ
تُسَاعِدَنَا فِي تَصَوُّرِ الْخُطُواتِ الْمَوْجُودَةِ فِي التَّجَرِبَةِ.
فَالْمُخَطَّطَاتُ الْإِنْسِيَابِيَّةُ تُظْهِرُ التَّقَدُّمَ فِي عَمَلِ
الْخُطُواتِ بِاسْتِخْدَامِ خُطُوطِ الرِّبْطِ. وَيُمْكِنُ أَنْ
يُسَاعِدَنَا هَذَا فِي تَقْسِيمِ تَجَرِبَةٍ كَبِيرَةٍ إِلَى مَهَمَّاتٍ
أَصْغَرَ.

مَا هُوَ الْمَنْهَجُ الْعِلْمِيُّ؟

تُخْبِرُنَا مُعَلِّمَتُنَا أَنَّ التَّجَارِبَ الْجَيِّدَةَ تَتَّبِعُ الْمَنْهَجَ الْعِلْمِيَّ. هَذِهِ الطَّرِيقَةُ تُعْطِي الْعُلَمَاءَ نَتَائِجَ دَقِيقَةً لِلتَّجَارِبِ الَّتِي يَقُومُونَ بِهَا.

تَرَسِّمُ الْمُعَلِّمَةُ مُخَطَّطًا انْسِيَابِيًّا لِلْمَنْهَجِ الْعِلْمِيِّ؛ تَكْتُبُ: «اطْرَحِ السُّؤَالَ» فِي فُقَاعَةٍ أَعْلَى السَّبُورَةِ، ثُمَّ تَرَسِّمُ خَطًّا إِلَى فُقَاعَةٍ أُخْرَى تَحْتَهَا، تَحْتَوِي عَلَى عِبَارَةٍ: «ابْحَثْ فِي الْمَوْضُوعِ»، وَهَذَا يَرْتَبِطُ بِـ «تَكْوِينِ الْفَرْضِيَّةِ»، وَالْفَرْضِيَّةُ هِيَ تَحْمِينُ مُسْتَنِيرٍ حَوْلَ إِجَابَةِ السُّؤَالِ. وَتَكُونُ الْفُقَاعَاتُ الْأَخِيرَةُ خَاصَّةً بِإِجْرَاءِ التَّجْرِبَةِ وَالْبَحْثِ عَنِ النِّتَائِجِ وَتَقْدِيمِ تَقْرِيرٍ عَنْهَا.

اَطْرَحِ السُّؤَالَ

اَبْحَثْ فِي الْمَوْضُوعِ

تَكْوِينُ الْفَرْضِيَّةِ

الاِخْتِبَارُ بِاِجْرَاءِ التَّجْرِبَةِ

تَحْلِيلُ النَتَائِجِ

الْفَرْضِيَّةُ
خَاطِئَةٌ

الْفَرْضِيَّةُ
صَحِيحَةٌ

تَقْدِيمُ تَقْرِيرٍ عَنِ النَتَائِجِ

فَكِّرْ وَحَافِلْ مُجَدِّدًا



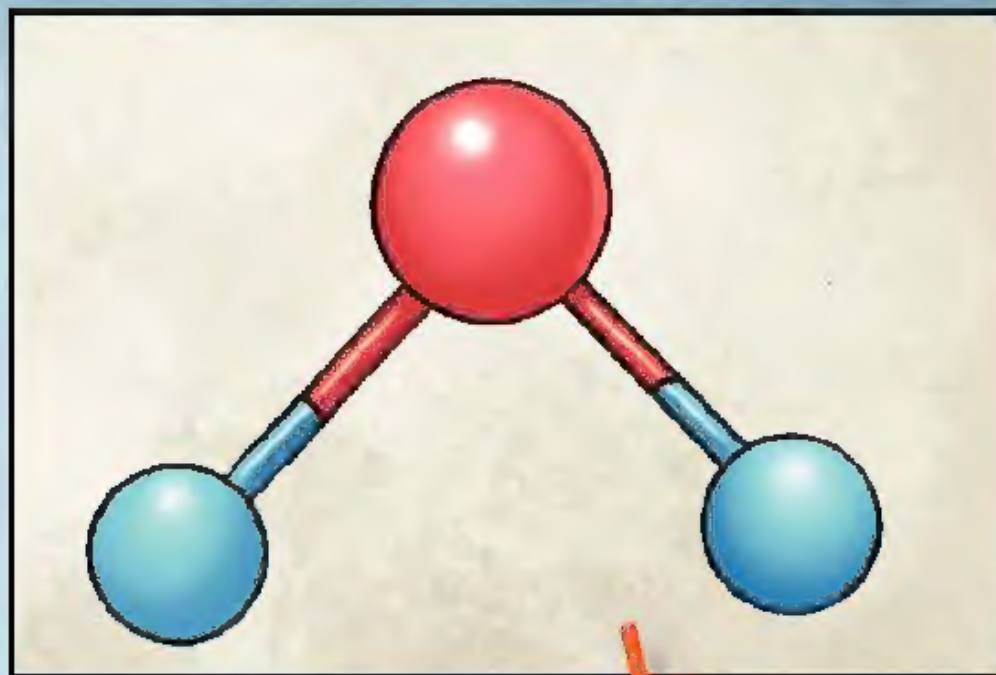
تَجْرِبَتُنَا

يَتَعَلَّمُ التَّلَامِيذُ فِي صَفِّي عَنِ الْجُزْئِيَّاتِ. هَذِهِ هِيَ
أَصْغَرُ أَجْزَاءِ الْمَادَّةِ الَّتِي لَا تَزَالُ تَحْتَفِظُ بِجَمِيعِ
خَصَائِصِ تِلْكَ الْمَادَّةِ. سَنَقُومُ بِتَجْرِبَةٍ لِنَرَى كَيْفَ
تَتَصَرَّفُ الْجُزْئِيَّاتُ فِي الْهَوَاءِ فِي دَرَجَاتِ حَرَارَةٍ
مُخْتَلِفَةٍ. السُّؤَالُ الَّذِي نُرِيدُ الْإِجَابَةَ عَنْهُ هُوَ: «هَلْ
سَيَجْعَلُ الْهَوَاءُ السَّاخِنُ الْبَالُونُ يَتَمَدَّدُ أَمْ يَتَقَلَّصُ؟».



تَقُومُ الْمُعَلِّمَةُ بِإِعْطَاءِ كُلِّ تَلْمِيذٍ مَوَادَّ وَمُخَطَّطًا
اِنْسِيَابِيًّا لِلتَّجْرِبَةِ. يَجِبُ أَنْ نَتَّبِعَ كُلَّ خُطْوَةٍ فِي
الْمُخَطَّطِ الْاِنْسِيَابِيِّ بِعِنَايَةٍ لِإِنْجَازِ التَّجْرِبَةِ بِشَكْلِ
صَحِيحٍ.





فَرَضِيَّتِي

الْخُطْوَةُ التَّالِيَةُ هِيَ الْبَحْثُ عَنِ الْجُزْئِيَّاتِ. يَتِمُّ تَعْبِئَةُ
الْجُزْئِيَّاتِ الْمَوْجُودَةِ فِي الْمَادَّةِ الصُّلْبَةِ مَعًا بِإِحْكَامٍ
حَتَّى أَنَّهَا تَكَادُ لَا تَتَحَرَّكُ. هَذِهِ هِيَ الطَّرِيقَةُ الَّتِي
تُحَافِظُ بِهَا الْمَوَادُّ الصُّلْبَةُ عَلَى شَكْلِهَا. تَتَحَرَّكُ
الْجُزْئِيَّاتُ الْمَوْجُودَةُ فِي السَّائِلِ أَكْثَرُ؛ وَلِهَذَا السَّبَبُ
يَأْخُذُ السَّائِلُ شَكْلَ الْإِنَاءِ الَّذِي يُوجَدُ فِيهِ. يَتِمُّ فَصْلُ
الْجُزْئِيَّاتِ فِي الْغَازِ وَتَتَحَرَّكُ. الْبَالُونَاتُ مَلِيئَةٌ بِالْغَازِ
حَتَّى تَتِمَّكَنَ جُزْئِيَّاتُهَا مِنْ أَنْ تُصْبِحَ أَكْبَرَ.
الآنَ كَانَ عَلَيَّ أَنْ أَضَعَ فَرَضِيَّةَ بِنَاءٍ عَلَى مَا تَعَلَّمْتُهُ
فِي بَحْثِي. اعْتَقَدْتُ أَنَّ الْهَوَاءَ السَّاخِنَ سَوْفَ يَجْعَلُ
الْبَالُونَ يَتَقَلَّصُ.



الماء الساخن

الخطوة التالية في المخطط الانسيابي هي جمع المواد. نظرت إلى المواد التي أعطتني إياها معلّمتي؛ كان لدي قارورة سودا بلاستيكية فارغة وبألون وإناءان وماء. الخطوة التالية هي تمديد البألون لإعداده. بعد ذلك، قمت بتمديد فتحة البألون على فتحة القارورة.

ثم كان عليّ ملء أحد الإناءين بالماء الساخن؛ فقامت معلّمتي بصب الماء الساخن من براد الشاي في إنائي، وقمت بوضع القارورة في الماء.





الماء البارد

شَاهَدْتُ مَا حَدَثَ لِلْبَالُونِ. الْمَاءُ السَّاحِنُ سَخَّنَ الْهَوَاءَ
فِي الْقَارُورَةِ، ثُمَّ بَدَأَ الْبَالُونُ بِالتَّمَدُّدِ!
الْخُطْوَةُ التَّالِيَةُ هِيَ اخْتِبَارُ الْمَاءِ الْبَارِدِ. قَامَتْ
مُعَلِّمَتِي بِصَبِّ الْمَاءِ الْمُثَلَّجِ فِي الْإِنَاءِ الثَّانِي، وَوَضَعَتْ
قَارُورَتِي فِيهَا؛ بَرَّدَ الْمَاءُ الْبَارِدُ الْهَوَاءَ فِي الْقَارُورَةِ،
وَبَدَأَ الْبَالُونُ فِي التَّقْلُصِ. كَانَ هَذَا عَكْسَ مَا اعْتَقَدْتُ
أَنَّهُ سَيَحْدُثُ. أَخْبَرْتُ مُعَلِّمَتِي: «لَقَدْ اتَّبَعْتُ جَمِيعَ
التَّعْلِيمَاتِ. مَا الْخَطَأُ الَّذِي حَدَثَ؟».

فَرَضِيَّةٌ جَدِيدَةٌ

قَالَتْ لِي مُعَلِّمَتِي: «لَا بَأْسَ مِنْ أَنْ تُخْطِئِي فِي
فَرَضِيَّتِكَ. هَذَا يَغْنِي أَنَّكَ بِحَاجَةٍ فَقَطْ إِلَى وَضْعِ
فَرَضِيَّةٍ جَدِيدَةٍ». عُدْتُ فِي مَخْطَاطِي الْإِنْسِيَابِي
الْعِلْمِيِّ إِلَى الْخُطْوَةِ الثَّالِثَةِ.

تَحْتَ فُقَاعَةِ «الْفَرَضِيَّةِ» غَيَّرْتُ إِجَابَتِي، وَكَتَبْتُ:
«أَعْتَقِدُ أَنَّ الْهَوَاءَ السَّاحِنَ يَجْعَلُ الْبَالُونَ يَتَمَدَّدُ،
وَأَنَّ الْهَوَاءَ الْبَارِدَ يَجْعَلُهُ يَتَقَلَّصُ». اسْتَنْدْتُ فِي هَذِهِ
الْفَرَضِيَّةِ الْجَدِيدَةِ إِلَى الْمَعْرِفَةِ الَّتِي اكْتَسَبْتُهَا مِنْ
الْقِيَامِ بِالتَّجَرُّبَةِ. أَتَابِعُ خُطَوَاتِ الْمَخْطُوطِ الْإِنْسِيَابِيِّ
مَرَّةً أُخْرَى، وَوَجَدْتُ أَنَّ فَرَضِيَّتِي الْجَدِيدَةَ صَحِيحَةٌ.



نَتَائِجِي

نَظَرْتُ إِلَى نَتَائِجِي، وَعَرَفْتُ الْآنَ مَا يَحْدُثُ عِنْدَمَا
يَسْخُنُ الْهَوَاءُ فِي الْبَالُونِ. وَمَعَ ذَلِكَ، مَا زِلْتُ لَا
أَعْرِفُ: لِمَاذَا حَدَثَ ذَلِكَ؟



أَخْبَرْتَنِي مُعَلِّمَتِي: «عِنْدَمَا يَتِمُّ تَسْخِينُ الْهَوَاءِ،
يُصْبِحُ لِلْجُزَيَّاتِ الْكَثِيرِ مِنَ الطَّاقَةِ لِتَنْتَشِرَ وَتَتَوَسَّعَ.
وَعِنْدَمَا يَتِمُّ تَبْرِيدُ الْهَوَاءِ، تَكُونُ الطَّاقَةُ أَقَلَّ وَلَا
تَنْتَشِرُ الْجُزَيَّاتُ».

هَذَا مَنْطِقِي بِنَاءً عَلَى مَا تَعَلَّمْتُهُ مِنْ تَجَرِبَتِي. قَدَّمْتُ
تَقْرِيرًا عَنْ نَتَائِجِي إِلَى زُمَلَائِي فِي الصَّفِّ.
وَاتَّفَقْنَا عَلَى أَنَّ هَذِهِ التَّجَرِبَةُ تَكُونُ سَهْلَةً إِذَا
اتَّبَعْنَا الْمَخْطُوطَ الْإِنْسِيَابِيَّ خُطْوَةً خُطْوَةً.



كَيْفِيَّةُ صُنْعِ الصَّلَاةِ



مُخَطَّطِي الْإِنْسِيَابِيُّ

تُرِيدُنَا الْمُعَلِّمَةُ الْآنَ أَنْ نُنْشِئَ مُخَطَّطَنَا الْإِنْسِيَابِيَّ
لِصُّنْعِ شَيْءٍ مَا. أَنَا مَاهِرَةٌ فِي صُنْعِ الصَّلَاصَةِ، سَأَقُومُ
بِإِنْشَاءِ مُخَطَّطِ إِنْسِيَابِي لِصُّنْعِ الصَّلَاصَةِ.

خُطُّوتِي الْأُولَى هِيَ «جَمْعُ الْمُكَوِّنَاتِ»، أَرَسُّمُ سَهْمَا
إِلَى الْخُطْوَةِ التَّالِيَةِ: «قُمْ بِتَقْطِيعِ الطَّمَاطِمِ وَالْبَصْلِ
وَالْفُلْفُلِ الْحَارِّ، ثُمَّ يَنْقَسِمُ مُخَطَّطِي إِلَى سَهْمَيْنِ؛
يَقُولُ أَحَدُهُمَا: «إِذَا كُنْتُ تُحِبُّ عَصِيرَ اللَّيْمُونِ؛ إِذَنْ»،
وَيُشِيرُ إِلَى فُقَاعَةٍ مَكْتُوبٍ فِيهَا: «قُمْ بِإِضَافَةِ عَصِيرِ
اللَّيْمُونِ»، وَالسَّهْمُ الْآخَرُ يَقُولُ: «إِذَا كُنْتُ لَا تُحِبُّ
عَصِيرَ اللَّيْمُونِ؛ إِذَنْ»، وَيُشِيرُ إِلَى فُقَاعَةٍ مَكْتُوبٍ
فِيهَا: «لَا تَقُمْ بِإِضَافَةِ عَصِيرِ اللَّيْمُونِ». وَالْخُطْوَةُ
الْأَخِيرَةُ هِيَ: «قُمْ بِمَزْجِ الْمُكَوِّنَاتِ مَعًا».

المُخَطَّطَاتُ الانْسِيَابِيَّةُ

مُفِيدَةٌ!

أَسْتَطِيعُ أَنْ أَرَى كَيْفَ تَكُونُ الْمُخَطَّطَاتُ الانْسِيَابِيَّةُ مُفِيدَةٌ فِي التَّجَارِبِ الْعِلْمِيَّةِ. لَقَدْ سَاعَدَتْنِي فِي تَعَلُّمِ الإِجْرَاءِ الصَّحِيحِ الَّذِي يَجِبُ اتِّبَاعُهُ. كَيْفَ يُمَكِّنُ أَنْ نَسْتَخْدِمَ مُخَطَّطَاتِ انْسِيَابِيَّةٍ أُخْرَى؟

أَخْبَرْتَنَا مُعَلِّمَتُنَا: «يَسْتَخْدِمُ مَبْرُمِجُو الْحَاسُوبِ مُخَطَّطَاتِ انْسِيَابِيَّةٍ عِنْدَمَا يَكْتُبُونَ التَّرْمِيزَ». كَمَا تَخْبِرُنَا أَنَّ الْمُخَطَّطَاتِ الانْسِيَابِيَّةَ يُمَكِّنُ أَنْ تُسَاعِدَ الْمَبْرُمِجِينَ عَلَى تَصَوُّرِ الْخُطُواتِ الَّتِي يَجِبُ عَلَيْهِمْ اتِّخَاذُهَا لِحَلِّ مُشْكِلةٍ مَا. كَمَا يُمَكِّنُ أَنْ تَكُونِ الْمُخَطَّطَاتُ الانْسِيَابِيَّةُ مُفِيدَةً بِشَكْلِ خَاصٍّ عِنْدَمَا يَقُومُ الْمَبْرُمِجُونَ بِإِنْشَاءِ بَرْنَامِجٍ بِهِ الْعَدِيدُ مِنَ الْأَجْزَاءِ. أَعْتَقِدُ أَنَّ الْمُخَطَّطَاتِ الانْسِيَابِيَّةَ هِيَ أَدَاةٌ رَائِعَةٌ. كُلُّ مَا عَلَيْنَا هُوَ اتِّبَاعُهَا خُطْوَةً خُطْوَةً!

المُعْجَم

دَقِيقَةٌ: خَالِيَةٌ مِنَ الْأَخْطَاءِ.

مُعَقَّدَةٌ: الْحَاجَةُ إِلَى الْقِيَامِ بِالْعَدِيدِ مِنَ الْأَجْزَاءِ الَّتِي تَعْمَلُ
مَعًا.

إِنَاءٌ: شَيْءٌ يُسْتَخْدَمُ لِلْإِحْتِفَاطِ بِشَيْءٍ مَا.

التَّقْلُصُ: يُصْبِحُ أَصْغَرَ حَجْمًا وَأَكْثَرَ إِحْكَامًا.

الْجَازِبِيَّةُ: الْقُوَّةُ الَّتِي تَجْذِبُ الْأَشْيَاءَ بِاتِّجَاهِ الْأَرْضِ.

الْمُكُونُ: طَعَامٌ يُخْلَطُ مَعَ أَطْعِمَةٍ أُخْرَى.

الْمَادَّةُ: شَيْءٌ يُمْكِنُ صُنْعُ شَيْءٍ آخَرَ مِنْهُ.

الْإِجْرَاءُ: مَجْمُوعَةٌ مِنَ الْخُطُوبَاتِ الْمُتَبَعَةِ بِالتَّرْتِيبِ الدَّقِيقِ.

تَقَدُّمٌ: سِلْسِلَةٌ مُسْتَمِرَّةٌ وَمُتَّصِلَةٌ.

خَصَائِصُ: نَوْعِيَّةٌ أَوْ سِمَةٌ تَنْتَمِي إِلَى شَيْءٍ مَا.

الْبَحْثُ: دِرَاسَةٌ لِلْعُثُورِ عَلَى شَيْءٍ جَدِيدٍ.

الفهرس

جُزَيَّاتُ: 8، 11، 18، 19

الإجْرَاءُ: 22

إِنَاءُ: 11، 12، 15

بَالُونُ: 8، 11، 12، 15، 16

خَصَائِصُ: 8

18

دَقِيقَةٌ: 6

الْبَحْثُ: 6، 7، 11

تَقْلُصُ: 5، 8، 11، 15، 16

التَّجْرِبَةُ: 5، 6، 7، 8

عُنْصُرُ: 20، 21

تَصَوُّرُ: 5، 22

فَرْضِيَّةُ: 6، 7، 11، 16

تَقَدُّمُ: 5

مَادَّةُ: 8، 9، 12

تَوْسِيعُ: 8، 15، 16، 18، 19

الْمَنْهَجُ الْعِلْمِيُّ: 6، 16

16، 19، 22

النَّتِيجَةُ: 6، 7، 18، 19

الْجَاذِبِيَّةُ: 5